



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 41 410 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**C 09 D 127/12**  
C 09 D 5/12  
C 09 D 7/00  
F 16 J 15/12

⑲ Aktenzeichen: 199 41 410.6  
⑳ Anmeldetag: 31. 8. 1999  
㉑ Offenlegungstag: 8. 3. 2001

DA

DE 199 41 410 A 1

⑦1 Anmelder:  
STE-Ingenieurbüro Stecher, 26386 Wilhelmshaven,  
DE

⑦4 Vertreter:  
Weber & Heim Patentanwälte, 81479 München

⑦2 Erfinder:  
Stecher, Friedhelm, 26386 Wilhelmshaven, DE;  
Stecher, Christoph, Dr., 26388 Wilhelmshaven, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 38 05 766 A1  
DE 36 18 786 A1  
DE 689 11 265 T2  
EP 02 68 233 B1  
WO 96 13 676 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Beschichtung und diese umfassende Dichtung

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Beschichtung zum Aufbringen auf ein Substrat, welche wenigstens einen thermoplastischen Fluorkunststoff umfaßt und deren Härte von der zum Aufbringen auf das Substrat bestimmten ersten Oberfläche in Richtung auf die vom Substrat abgelegene zweite Oberfläche hin abnimmt. Der Härtegradient kann durch Zusatz von Füll- oder Verstärkungstoffen oder durch Zusatz wenigstens einen thermoplastischen Kunststoffs erreicht werden. Die Erfindung betrifft außerdem eine Dichtung, welche aus der erfindungsgemäßen Beschichtung besteht oder diese umfaßt.

DE 199 41 410 A 1

Die Erfindung betrifft eine Beschichtung, welche sich insbesondere zur Verwendung für Dichtungen und insbesondere bei Zylinderkopfdichtungen eignet. Bei Dichtungen dienen Beschichtungen oft nicht lediglich dafür, die beschichteten Materialien gegen Witterungseinflüsse oder ähnliches zu schützen, sondern auch dazu, die Abdichteigenschaften der Dichtung zu verbessern. Dies setzt vor allem eine hohe Anpassungsfähigkeit der Beschichtung an die abzudichtende Gegenfläche voraus, um so Rauigkeiten oder Unebenheiten in der Gegenfläche ausgleichen zu können. Hierfür muß die Beschichtung eine hohe Verformbarkeit aufweisen.

Es gibt jedoch auch Fälle, in denen bei einer Beschichtung zusätzlich zu der guten Anpassungsfähigkeit an die Gegenfläche gute Dauergleiteigenschaften erwünscht sind. Gute Dauergleitung setzt jedoch geringe Fließeigenschaften der Beschichtung und eine geringe Verformbarkeit voraus, also Eigenschaften, die einer guten Anpassungsfähigkeit der Beschichtung an die Gegenfläche zuwider laufen.

Ein Beispiel einer Dichtung, welche sowohl eine gute Dauergleitung als auch eine hohe Anpassungsfähigkeit an die abzudichtenden Gegenflächen aufweisen sollte, ist eine Zylinderkopfdichtung. Bislang werden Zylinderkopfdichtungen üblicherweise mit einer dünnen Beschichtung von etwa einigen Mikrometern Dicke versehen, welche die Anpassungsfähigkeit der Dichtung an Unebenheiten und Rauigkeiten der abzudichtenden Gegenflächen (Motorblock und Zylinderkopf) verbessern sollen.

Solche üblichen Beschichtungen bestehen beispielsweise aus Kautschuk, weichen Metallen oder Molybdädisulfid. Diese Beschichtungen verbessern zwar die Anpassungsfähigkeit der Zylinderkopfdichtung an die Gegenflächen, sind jedoch hinsichtlich der Dauergleitung nicht zufriedenstellend. Die herkömmlichen Beschichtungen fließen vielmehr in den Bereichen, in welchen sie einer besonders hohen Flächenpressung ausgesetzt sind, seitlich weg, so daß in diesen Bereichen die Zylinderkopfdichtung nach einer gewissen Einlaufzeit unmittelbar mit der abzudichtenden Gegenfläche in Berührung kommt.

Es bestand daher ein Bedarf an einer Beschichtung, welche eine gute Anpassungsfähigkeit an die abzudichtende Gegenfläche einerseits und gute Dauergleiteigenschaften andererseits miteinander verbindet und welche diese Eigenschaften selbst bei hoher Flächenpressung und hoher Temperatur beibehält.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine derartige Beschichtung anzugeben. Diese Beschichtung sollte sich insbesondere zur Verwendung in einer Zylinderkopfdichtung eignen.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt mit der Beschichtung gemäß Anspruch 1. Bevorzugte Ausführungsformen sind den Unteransprüchen 1 zu entnehmen. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Herstellen dieser Beschichtung gemäß Anspruch 18 sowie eine Dichtung gemäß Anspruch 22.

Die Kombination der Eigenschaften Dauergleitung bei gleichzeitiger hoher Anpassungsfähigkeit wird in der Beschichtung gemäß Anspruch 1 erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß sie wenigstens einen thermoplastischen Fluorkunststoff umfaßt. Dieser Fluorkunststoff sorgt für die hohe Anpassungsfähigkeit an die abzudichtende Gegenfläche, da er relativ weich ist. Der weichste Bereich der erfindungsgemäßen Beschichtung befindet sich an derjenigen Oberfläche, welche von dem Substrat, auf welches die Beschichtung aufgebracht werden soll, entfernt gelegen ist. In Richtung auf das zu beschichtende Substrat hin nimmt die Härte der erfindungsgemäßen Beschichtung zu. Durch die zuneh-

mende Härte verringern sich die Fließeigenschaften und Verformbarkeit der erfindungsgemäßen Beschichtung. Die erfindungsgemäße Beschichtung weist also ein Härtegefälle auf, welches so ausgelegt ist, daß die Beschichtung im Bereich einer ihrer Oberflächen besonders weich ist, während ihre Härte in Richtung auf die andere Oberfläche hin zunimmt. Diese weiche Oberfläche ermöglicht eine ausgezeichnete Anpassung an eine abzudichtende Gegenfläche. Durch die Verwendung eines thermoplastischen Fluorkunststoffs weist diese Oberfläche zudem eine äußerst niedrige Reibung und hohe Chemikalienbeständigkeit auf. Auch die Temperaturbeständigkeit ist ausgezeichnet. Im Unterschied zu herkömmlichen Beschichtungen fließt die erfindungsgemäße Beschichtung jedoch selbst bei hoher Flächenpressung und hoher Temperatur nicht vollständig weg, da ihre Härte in Richtung auf die erste Oberfläche, welche dem zu beschichtenden Substrat benachbart ist, hin zunimmt. Damit werden Verformbarkeit und Fließeigenschaften geringer. Zweckmäßig erfolgt diese Zunahme der Härte kontinuierlich. Die Härte eines Kunststoffs läßt sich beispielsweise anhand der Kugeldruckhärte (DIN 53456) oder der Druckfestigkeit gemäß ASTM D695 bestimmen.

Das Härtegefälle in der Beschichtung kann zum einen dadurch erreicht werden, daß dem wenigstens einen thermoplastischen Fluorkunststoff wenigstens ein Füll- oder Verstärkungstoff zugesetzt ist, dessen Konzentration in Richtung auf die erste (Substrat)Oberfläche hin zunimmt. Die Menge der Füll- oder Verstärkungstoffe richtet sich dabei in erster Linie nach den Anforderungen, welche an die erfindungsgemäße Beschichtung gestellt werden. Übliche Füllstoffmengen für die weiche Seite der Beschichtung liegen in der Regel zwischen 0 und 10 Vol.-%, insbesondere 0 bis 5 Vol.-%. Auf der harten (Substrat)Seite werden die Füll- oder Verstärkungstoffe üblicherweise in einem Anteil von 20 bis 40, insbesondere 30 bis 40 Vol.-%, eingesetzt.

Es können grundsätzlich alle herkömmlicherweise für Fluorkunststoffe verwendeten Füll- oder Verstärkungstoffe eingesetzt werden. Bevorzugt sind Graphit, Kohle, Kohlenstoffasern, Glasfasern, Whisker oder Molybdädisulfid. Werden Fasern oder Whisker verwendet, werden sie vorzugsweise so eingesetzt, daß sie im wesentlichen parallel zu erster und zweiter Oberfläche der Beschichtung ausgerichtet sind. Dies kann auf herkömmliche Weise, beispielsweise unter Einsatz von Magnetfeldern, erreicht werden.

In einer zweiten Variante der Erfindung umfaßt die Beschichtung neben dem Fluorkunststoff wenigstens ein thermoplastisches Polykondensat, welches eine größere Härte als der Fluorkunststoff aufweist. Die Konzentration des thermoplastischen Polykondensats nimmt in Richtung auf die erste (Substrat) Oberfläche der Beschichtung hin zu. Auch hier erfolgt die Konzentrationszunahme und damit die Härtezunahme bevorzugt im wesentlichen kontinuierlich.

Zweckmäßig beträgt der Anteil an Fluorkunststoff im Bereich der ersten Oberfläche 0 Gew.-%, da auf diese Weise die Haftung zum Substrat verbessert werden kann. Im Bereich der zweiten Oberfläche, welche vom Substrat abgewandt ist, sind vorzugsweise 80 bis 100 Gew.-% Fluorkunststoff und insbesondere 95 bis 100 Gew.-% vorhanden.

Auch dem thermoplastischen Polykondensat kann wenigstens ein Füll- oder Verstärkungstoff zugesetzt sein. Zweckmäßig dient dieser Füll- oder Verstärkungstoff dazu, die Härte im Polykondensat entsprechend den erfindungsgemäßen Anforderungen einzustellen. Grundsätzlich können alle herkömmlichen Füll- oder Verstärkungstoffe verwendet werden. Bevorzugt sind insbesondere Graphit, Kohle, Kohlenstoffasern oder Glasfasern.

Als thermoplastisches Polykondensat ist besonders ein solches bevorzugt, welches eine obere Dauergebrauchstem-

unter 200°C bei 100°C  
bleibt Druck  
U

peratur von mindestens 150°C aufweist. Soll die erfindungsgemäße Beschichtung beispielsweise für eine Zylinderkopfdichtung oder ähnliche Substrate angewendet werden, bei welchen mit einer hohen Temperaturbelastung zu rechnen ist, werden vorzugsweise solche thermoplastischen Polykondensate eingesetzt, welche eine obere Dauergebrauchstemperatur von mindestens 180°C und insbesondere von mindestens 200°C aufweisen.

Aus den gleichen Gründen ist es zweckmäßig, wenn das thermoplastische Polykondensat eine Formbeständigkeit in der Wärme (gemessen nach ASTM D648 bei 1,8 N/mm<sup>2</sup>) von mindestens 140°C, insbesondere von mindestens 180°C und bevorzugt von mindestens 190°C aufweist.

Für die Verwendung in Zylinderkopfdichtungen oder ähnliche Verwendungen ist außerdem eine hohe Hydrolysebeständigkeit, selbst bei hohen Temperaturen, und eine gute Öl- und Fettbeständigkeit erforderlich. Zweckmäßig wird deshalb als thermoplastisches Polykondensat in der erfindungsgemäßen Beschichtung ein solches verwendet, welches hydrolysebeständig und insbesondere bis mindestens 130°C gegen heißen Wasserdampf beständig ist. Die Öl- und Fettbeständigkeit des thermoplastischen Polykondensats sollte bevorzugt bis zu einer Temperatur von mindestens 150°C gegeben sein.

Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn das verwendete thermoplastische Polykondensat gute Gleitreibungseigenschaften besitzt. Vorzugsweise besitzt es eine Gleitreibungszahl  $\mu$  bei 40°C von  $\leq 0,7$  und insbesondere  $\leq 0,55$ .

Thermoplastische Polykondensate, welche sich für die erfindungsgemäße Beschichtung besonders gut eignen, sind ein Polysulfon (PSU), Polyphenylsulfid (PPS), Polyphenylethersulfon (PPSU), Polyethersulfon (PES), Polyaryletherketon (PAEK), Polyetherketon (PEK) oder Polyetheretherketon (PEEK). Die vorstehend aufgelisteten Eigenschaften können gegebenenfalls durch entsprechenden Zusatz von Füll- oder Verstärkungstoffen oder durch Mischen verschiedener thermoplastischer Polykondensate erreicht werden.

Andere thermoplastische Polykondensate wie Polyamide, Polyimide oder Polyester sind zur Verwendung in der erfindungsgemäßen Beschichtung weniger geeignet, da sie vor allem bei höherer Temperatur zu Hydrolyse neigen. Aufgrund ihrer herausragenden mechanischen und thermischen Eigenschaften sowie ihrer exzellenten Öl-, Fett- und Hydrolysebeständigkeit selbst bei hohen Temperaturen gehören PPS, PEK und PEEK, gefüllt oder ungefüllt, sowie deren Mischungen zu den erfindungsgemäß bevorzugten thermoplastischen Polykondensaten.

Der Fluorkunststoff der erfindungsgemäßen Beschichtung wird zweckmäßig ausgewählt aus Polytetrafluorethylen (PTFE), Tetrafluorethylen/Hexafluorpropylen-Copolymer (FEP) oder Perfluoralkoxy-Copolymer (PFA), welche gefüllt oder ungefüllt verwendet werden können. Auch Mischungen dieser Fluorpolymere können eingesetzt werden.

Die Haftung der erfindungsgemäßen Beschichtung an dem Substrat, welches beschichtet werden soll, ist üblicherweise ausreichend, insbesondere dann, wenn im Bereich der dem Substrat zugewandten Oberfläche der Beschichtung kein Fluorkunststoff vorhanden ist. Es ist jedoch ebenfalls möglich, im Bereich der Substratoberfläche wenigstens einen Haftvermittler und/oder wenigstens ein Klebemittel zuzufügen. Die Wahl dieser Substanzen ist nicht besonders beschränkt. Es muß lediglich darauf geachtet werden, daß sie sowohl mit der Beschichtung als auch mit dem Substrat kompatibel sind.

Die erfindungsgemäße Beschichtung wird zweckmäßig nach dem in Anspruch 18 beschriebenen Verfahren hergestellt. Dazu werden auf eine Unterlage nacheinander Schich-

ten aus Kunststoff mit abnehmender Härte aufgebracht, und die einzelnen Schichten werden unter Erwärmen gesintert oder geschmolzen und so miteinander verbunden. Für den Fall einer Beschichtung gemäß Anspruch 3, bei welchem die Härte über die Konzentration der Füll- oder Verstärkungstoffe variiert wird, werden beispielsweise verschiedene Fluorkunststoffe mit unterschiedlichem Anteil an Füll- oder Verstärkungstoff bereitgestellt. Auf die Unterlage wird zunächst der Kunststoff mit dem größten Anteil an Füllstoff aufgebracht und gesintert. Anschließend wird eine Schicht aus dem Fluorkunststoff mit dem nächst geringeren Füllstoffanteil aufgetragen und erneut gesintert. Der Vorgang wird bis zu dem Fluorkunststoff mit dem geringsten oder gar keinem Füllstoffanteil hin fortgesetzt. Der Sintervorgang führt nicht nur zu einer Verbindung der einzelnen Schichten, sondern auch zu einer Vergleichmäßigung des Füllstoffgefalles innerhalb der Beschichtung.

Analog wird bei einer Beschichtung gemäß Anspruch 6 vorgegangen. Es werden also Chargen eines thermoplastischen Polykondensats bereitgestellt, die unterschiedliche Anteile an Fluorkunststoff aufweisen. Es wird zunächst die Charge aufgebracht und erwärmt, welche den geringsten Anteil an Fluorkunststoff enthält. Die oberste Schicht ist diejenige mit dem höchsten Anteil an Fluorkunststoff. Die Härte der einzelnen Schichten kann zudem durch weitere Zuschläge wie unterschiedliche Anteile an Füll- oder Verstärkungstoffen, Beimischung eines weiteren thermoplastischen Polykondensats usw. variiert werden.

Die Erwärmungstemperatur richtet sich nach den verwendeten Komponenten der Beschichtung. Für die als bevorzugt angegebenen Komponenten hat sich ein Temperaturbereich von 350 bis 400 °C als geeignet erwiesen.

Das schichtweise Aufbringen und Erwärmen kann direkt auf das zu beschichtende Substrat als Unterlage erfolgen. Alternativ ist es jedoch möglich, die erfindungsgemäße Beschichtung unabhängig von dem zu beschichtenden Substrat herzustellen. Es wird also eine geeignete Unterlage verwendet, welche nicht das zu beschichtende Substrat ist. Die fertige Beschichtung wird von der Unterlage abgenommen und kann gegebenenfalls mit einer Klebeschicht versehen werden, um das spätere Aufbringen auf das zu beschichtende Substrat zu erleichtern. Im Fall, daß die Unterlage, auf welcher die erfindungsgemäße Beschichtung erzeugt wird, nicht das zu beschichtende Substrat ist, ist es grundsätzlich möglich, die Beschichtung von der weichen zur harten Seite hin aufzubauen. Zweckmäßiger ist es jedoch, mit dem Aufbringen der härtesten Schicht auf der Unterlage zu beginnen.

Die erfindungsgemäße Beschichtung wird zweckmäßig für eine Dichtung und insbesondere eine Zylinderkopfdichtung verwendet. Letztere sind ebenfalls Gegenstand dieser Erfindung. In einem Aspekt ersetzen dabei die erfindungsgemäßen Beschichtungen diejenigen Beschichtungen, die bisher in bekannten Dichtungen oder Zylinderkopfdichtungen verwendet wurden.

In einem weiteren Aspekt besteht die Dichtung selbst und insbesondere die Zylinderkopfdichtung ganz aus der erfindungsgemäßen Beschichtung. In diesem Fall ist also kein Substrat vorhanden, auf welches die erfindungsgemäße Beschichtung aufgebracht wird. Vielmehr wird die erfindungsgemäße Beschichtung bei ihrer Herstellung in der für die Dichtung erforderlichen Form und mit der erforderlichen Dickenverteilung erzeugt. Dies ist beispielsweise dadurch möglich, daß die Beschichtung in eine entsprechend ausgebildete Sinterform eingebracht und, falls erforderlich, die Schichtdicke über die Dichtungsfläche variiert wird.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Beispiels näher erläutert werden. Die Mengenverhältnisse sind dabei in Gewichtsprozent angegeben.

## Herstellung einer Beschichtung für eine Zylinderkopfdichtung

Eine gemäß EP-A-0 835 399 hergestellte einstückige Metaldichtung wird beidseitig mit einer erfindungsgemäßen Beschichtung versehen. Dabei wird wie folgt vorgegangen:

Kunststoffmischungen der folgenden Zusammensetzung wurden bereitgestellt:

Mischung a)	95% PEEK 5% Graphit	5
Mischung b)	80% PEEK 10% PTFE 3% PFA 7% Graphit	15
Mischung c)	70% PEEK 15% PTFE 8% PFA 7% Graphit	20
Mischung d)	60% PEEK 20% PTFE 13% PFA 7% Graphit	25
Mischung e)	50% PEEK 25% PTFE 18% PFA 7% Graphit	30
Mischung f)	40% PEEK 30% PTFE 23% PFA 7% Graphit	35
Mischung g)	30% PEEK 35% PTFE 28% PFA 7% Graphit	40
Mischung h)	20% PEEK 40% PTFE 30% PFA 10% Graphit	45
Mischung i)	10% PEEK 50% PTFE 30% PFA 10% Graphit	50
Mischung j)	60% PTFE 30% PFA 10% Graphit	

Zunächst wurde Mischung a) in Form einer wässrigen Dispersion auf die gründlich entfetteten zu beschichtenden Oberflächen der Zylinderkopfdichtung aufgetragen. Die Schicht wurde zunächst in einem Ofen bei 100°C getrocknet und anschließend bei 380°C gesintert. Nach dem Abkühlen wurde Mischung b), ebenfalls als wässrige Dispersion, auf die erste Schicht aufgetragen und wie diese getrocknet und gesintert. Auf gleiche Weise wurden nacheinander die Mischungen c) bis j) aufgebracht.

Die Gesamtschichtdicke betrug 60 µm. Bei einem Dauertest in einem Motor zeigte die mit der erfindungsgemäßen Beschichtung versehene Zylinderkopfdichtung eine ausgezeichnete Dichtigkeit. Die erfindungsgemäße Beschichtung sorgte für eine ausgezeichnete Anpassung an die abzudichtenden Gegenflächen bei gleichzeitig hoher Standfestigkeit und ausgezeichneten Dauergleiteigenschaften.

1. Beschichtung zum Aufbringen auf ein Substrat, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie wenigstens einen thermoplastischen Fluorkunststoff umfaßt und ihre Härte von der zum Aufbringen auf das Substrat bestimmten ersten Oberfläche in Richtung auf die vom Substrat abgelegene zweite Oberfläche hin abnimmt.
2. Beschichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Härte von erster zu zweiter Oberfläche hin kontinuierlich abnimmt.
3. Beschichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem wenigstens einen thermoplastischen Fluorkunststoff wenigstens ein Füll- oder Verstärkungsstoff zugesetzt ist, dessen Konzentration in Richtung auf die erste Oberfläche hin zunimmt.
4. Beschichtung gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Füll- oder Verstärkungsstoff ausgewählt ist aus Graphit, Kohle, Kohlenstoffasern, Glasfasern, Whiskern oder Molybdädisulfid.
5. Beschichtung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Füll- oder Verstärkungsstoff ausgewählt ist aus Fasern oder Whiskern, welche im wesentlichen parallel zu erster und zweiter Oberfläche ausgerichtet sind.
6. Beschichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie wenigstens ein thermoplastisches Polykondensat mit einer größeren Härte als der wenigstens eine thermoplastische Fluorkunststoff umfaßt und die Konzentration des thermoplastischen Polykondensats in Richtung auf die erste Oberfläche hin zunimmt.
7. Beschichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der ersten Oberfläche der Anteil an Fluorkunststoff 0 Gew.-% und im Bereich der zweiten Oberfläche 80 bis 100 Gew.-% und insbesondere 95 bis 100 Gew.-% beträgt.
8. Beschichtung gemäß Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß dem wenigstens einen thermoplastischen Polykondensat wenigstens ein Füll- oder Verstärkungsstoff zugesetzt ist.
9. Beschichtung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Füll- oder Verstärkungsstoff ausgewählt ist aus Graphit, Kohle, Kohlenstoffasern oder Glasfasern.
10. Beschichtung gemäß einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das thermoplastische Polykondensat eine obere Dauergebrauchstemperatur von mindestens 150°C, insbesondere von mindestens 180°C und bevorzugt von mindestens 200 °C aufweist.
11. Beschichtung gemäß einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das thermoplastische Polykondensat eine Formbeständigkeit in der Wärme (ASTM D648; 1,8 N/mm<sup>2</sup>) von mindestens 140°C, insbesondere von mindestens 180°C und bevorzugt von mindestens 190°C aufweist.
12. Beschichtung gemäß einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das thermoplastische Polykondensat hydrolysebeständig und insbesondere bis mindestens 130°C Heißdampf-beständig ist.
13. Beschichtung gemäß einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das thermoplastische Polykondensat öl- und fettbeständig ist und dies insbesondere bis zu einer Temperatur von mindestens 150°C.
14. Beschichtung gemäß einem der Ansprüche 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das thermoplastische

Polykondensat eine Gleitreibungszahl  $\mu$  bei 40°C von  $\leq 0,7$  und insbesondere  $\leq 0,55$  aufweist.

15. Beschichtung gemäß einem der Ansprüche 6 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das thermoplastische Polykondensat ausgewählt ist aus einem Polysulfon (PSU), Polyphenylensulfid (PPS), Polyphenylethersulfon (PPSU), Polyethersulfon (PES), Polyaryletherketon (PAEK), Polyetherketon (PEK) oder Polyetheretherketon (PEEK) und insbesondere aus gefülltem oder ungefülltem PPS, PEK und PEEK oder deren Mischungen.

16. Beschichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Fluorkunststoff ausgewählt ist aus gefülltem oder ungefülltem Polytetrafluorethylen (PTFE), Tetrafluorethylen/Hexafluorpropylen-Copolymer (FEP), Perfluoralkoxy-Copolymer (PFA) oder deren Mischungen.

17. Beschichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der ersten Oberfläche wenigstens ein Haftvermittler und/oder wenigstens ein Klebemittel vorhanden ist.

18. Verfahren zum Herstellen einer Beschichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß auf eine Unterlage nacheinander Schichten aus Kunststoff abnehmender Härte aufgebracht und unter Erwärmung gesintert oder angeschmolzen werden.

19. Verfahren gemäß Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß auf 350 bis 400°C erwärmt wird.

20. Verfahren gemäß Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterlage das zu beschichtende Substrat ist.

21. Verfahren gemäß Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung von der Unterlage abgenommen und gegebenenfalls mit einer Klebeschicht versehen wird.

22. Dichtung, insbesondere Zylinderkopfdichtung, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus einer Beschichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17 besteht oder mit einer Beschichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17 versehen ist.

45

50

55

60

65

- Leerseite -